

Die Kosten der Modellabteilung „Milchtrocknung“ am Beispiel der Herstellung von Sprühmagermilchpulver

Von H. Widera¹, E. Schmidt¹, R. Hargens² und E. Krell²

¹ Institut für Ökonomie der Ernährungswirtschaft, Bundesanstalt für Milchforschung, Außenstelle Oranienburg, Postfach 10 02 54, 16502 Oranienburg

² Institut für Ökonomie der Ernährungswirtschaft, Bundesanstalt für Milchforschung, Postfach 60 69, 24121 Kiel

1. Einleitung

Mit der vorliegenden Arbeit werden die in den 1970er Jahren durchgeführten Modellkalkulationen zur Sprühtrocknung (1) nach dem methodisch weiterentwickelten Kostenrechnungsprinzip (2) neu konzipiert. Sie ist so gestaltet, daß sie sowohl der Wissenschaft als auch der Praxis Planungshilfen zur Gestaltung optimaler Produktionsstrukturen in der Molkereiwirtschaft geben kann und darüber hinaus für die Kontrolle von Molkereiabteilungskosten Richtwerte bereitstellt.

Die Untersuchung des Kostenverlaufes in der Abteilung „Milchtrocknung“ erfolgt auf der Grundlage einer Modellbetrachtung, die eine Analyse unter definierten Bedingungen ermöglicht. Hierdurch werden Voraussetzungen geschaffen, Simulationsrechnungen zur Quantifizierung verschiedener Kosteneinflußfaktoren, insbesondere der Kapazitätsgröße und -auslastung, durchzuführen.

Für die Umsetzung der allgemeinen technischen Prozeßbedingungen dieser Produktionsrichtung in arteigene Modellausrüstungen lieferten insbesondere die Firmen GEA Ahlborn GmbH, NIRO A/S, Wiegand GmbH, Derichs GmbH Maschinen- und Mühlenbau sowie ausgewählte Betriebe mit Produktion von Sprühmagermilchpulver zahlreiche Informationen zur maschinellen und baulichen Ausgestaltung der Modelle. Ihnen sei für die fachgerechte Unterstützung und die Bereitstellung von Daten aus dem Produktionsprozeß herzlich gedankt.

2. Abteilungsspezifische Grundlagen

Die Kosten der Abteilung „Milchtrocknung“ werden über eine Modellkalkulation ermittelt. Unter definierten, vergleichbaren Bedingungen wird für die Modellabteilung der Verbrauch an Produktionsfaktoren erfaßt, mit aktuellen Faktorpreisen bewertet und nach dem Verursachungsprinzip als Einzelkosten des Artikels oder der Abteilung verrechnet. Aus der Summe der Einzelkosten beider Bezugsebenen ergeben sich die Gesamtkosten der Abteilung, die für einen Jahresoutput berechnet und als Stückkosten ausgewiesen werden (2).

Die in die Simulationsrechnung einbezogenen Kostenartengruppen umfassen die Kosten für Personal, Energie und Betriebsstoffe, Verpackung sowie die Anlage- und Rohstoffkosten, die jeweils nach Kostenkategorien in jahresfixe, tagesfixe und mengenproportionale Kosten unterteilt sind. Ausgangsdaten dieser Kosten sind Mengenverbräuche, die aus der maschinellen und baulichen Ausstattung der Modelle abgeleitet werden.

Die Verwaltung der Daten für die Ermittlung der Kosten erfolgt unter Einsatz der EDV. Mit der Nutzung eines eigens für die Modellabteilungsrechnung institutsintern erarbeiteten dBase-Programmes werden die in relationalen Datenbanken gespeicherten Informationen berechnet.

Die Simulationsrechnungen werden durchgängig als Jahresrechnungen durchgeführt. Stichtag für alle zeitabhängigen Faktorpreise ist der 1. Januar 1998.

2.1 Modellcharakteristik

Die Untersuchung der Herstellungskosten von Milchpulver konzentriert sich auf das Produkt Magermilchpulver, das mit einem Anteil von 61 % (3) das Produktionssortiment der Trockenmilcherzeugnisse bestimmt.

Tab. 1: Herstellung von Trockenmilcherzeugnissen 1997 in Deutschland

Produkte	Herstellung	
	(t)	(%)
Magermilchpulver	333.819	61
davon Sprühware	330.093	60
Vollmilchpulver	82.140	15
Sahnepulver	12.321	2
teilentrahmtes Milchpulver	11.548	2
Buttermilchpulver	7.885	1
sonstige Trockenmilch	13.406	3
sonstige Trockenmilch mit Zusätzen	90.524	16
Trockenmilcherzeugnisse gesamt	551.643	100

Die Herstellung des Magermilchpulvers erfolgt nach dem Sprühtrocknungsverfahren und wird für die Modellkalkulationen in die Produktionsstufen

1. Vorstapelung
2. Verdampfung
3. Trocknung
4. Absackung
5. Lager

unterteilt, die gleichzeitig als Unterabteilungen in den Kostenbetrachtungen gelten.

Das in den Modellen zu kalkulierende Endprodukt Sprühmagermilchpulver ist in 25-kg-Papiertüten abgepackt und durch einen Trockenmassegehalt von 96,5 % gekennzeichnet. Als Rohstoff wird für die Kalkulation eine Magermilch vorausgesetzt, die einen Trockenmassegehalt von 9,34 %, einen Eiweißgehalt von 3,55 % und einen Fettgehalt von 0,05 % aufweist.

Die Kostenuntersuchung beginnt mit der Überleitung der pasteurisierten, auf 4°C gekühlten Verarbeitungsmilch aus dem Betriebsraum ins Milchlager, wobei die Kühlung von 6°C der Abteilung Trocknung angelastet wird. Die Tankkapazität ist auf die Vorstapelung einer vollen Tagesproduktion ausgerichtet.

Von dort wird die einzudickende Milch zur Vorbehandlung für die Verdampfung in Vorwärmer gepumpt und mittels Brüden der letzten Verdampferstufe der Eindampfanlage erwärmt. In einem mit Entspannungsbrüden beheizten Erhitzungssystem erfolgt die

Hoherhitzung auf die für ein Medium-Heat-Produkt benötigte Temperatur von 95°C. Nach diesem Vorgang wird die unter Druck stehende, durch mehrfache Entspannung auf Siedetemperatur (65°C) zurückgekühlte Milch der ersten Verdampferstufe der Eindampfanlage zugeführt. Unter fortschreitender Aufkonzentrierung strömt die Milch siedend durch die Heizrohre der Verdampfer- und Hochkonzentrationsstufen, bis sie dem Eindampfverhältnis von 5,6 kg Milch : 1 kg Konzentrat entspricht und die gewünschte Trockenmasse von rd. 52 % erreicht. Das gewonnene Konzentrat kann direkt oder über Vorlaufbehälter zum Sprühturm gefördert werden.

Der sich anschließende Verfahrensschritt der Sprühtrocknung beinhaltet den Trocknungsvorgang des Konzentrates zu Pulver. Dem über eine Zerstäubervorrichtung vernebelten Konzentrat wird im Sprühturm durch einströmende Heißluft (220°C) die Feuchtigkeit entzogen. Ein integriertes Fließbett im Kammerkonus der Trocknungsanlage übernimmt die Nach Trocknung des Pulvers bis zum Restfeuchtegehalt von 3,5 %. Als Pulveraustraganlage kommt ein pneumatischer Förderer zum Einsatz, der das durch Transportluft gekühlte Pulver (ca. 30°C) der Siloanlage zur Zwischenlagerung zuführt (4).

Das Verpackungskonzept beinhaltet das Abfüllen des Pulvers in vorgefertigte 25-kg-Papiersäcke (Vierfach-Kraftpapier mit Polyethyleninneneinlage).

Im Gliederungsbereich der Absackung passiert das aus dem Silo über Druckanlagen geförderte Pulver die Stationen der vollautomatischen Absacklinie, wie Abfüllung mit Grobdosierung, Kontrollwaage, Feindosierung, Sackkopffaltung, Nahtfertigung, Schweißvorrichtung zur Polyethylenband-Versiegelung und Produktkennzeichnung mit Datierung. Die sich anschließende automatische Palettierung faßt die gefüllten Säcke zu einer Transporteinheit von 30 Säcken zusammen, die in 10 Lagen auf der Palette gestapelt werden. Die Stabilisierung des Packgutes wird durch die automatische Stretchfolienumwicklung der gesamten Palette erreicht. Der Abtransport der palettierten Versandware ins Lager wird mit Gabelstaplern durchgeführt.

Zur Sicherung der Hygieneanforderungen wird die Reinigung der Vorstapelbehälter sowie der milchführenden Rohrleitungen über die zentrale CIP-Station gesteuert, wobei die Verdampfungs- und Trocknungsanlagen mit eigenen stationären Reinigungssystemen ausgerüstet sind. Alle weiteren Anlagen sind für eine bestmögliche externe Reinigung ausgestattet.

2.2 Modellbildung

In Anlehnung an realitätsnahe Kapazitätsgrößen werden die Kostenverläufe in drei Modellen ermittelt, die in Abhängigkeit von der leistungsbestimmenden Eindampfanlage eine Magermilchmenge von 10.800 bis 55.000 kg/Stunde mit einer Wasserverdampfung von rd. 9.000 bis 45.000 kg/Stunde verarbeiten.

Die sich aus der Stundenleistung der Eindampfanlage ableitende relative Kapazitätsentwicklung von 100 auf 509 % - siehe Tabelle 2 - ist Ausdruck für das Verhältnis der Kapazitätsgrößen zueinander. Sowohl die Vorstapelkapazität als auch alle nachgeordneten Kapazitäten in den Arbeitsstufen der Unterabteilungen sind auf das Leistungsvermögen der Eindampfanlagen abgestimmt.

Die Produktionsorganisation einer 100%igen Kapazitätsauslastung basiert auf 20 Stunden pro Tag produktiver Laufzeit der leistungsbestimmenden Eindampfanlage in einer 7-Tage-Arbeitswoche an 340 Produktionstagen im Jahr. Die Einbeziehung der vorbeugenden Instandhaltung an 25 Tagen im Jahr begrenzt die Anzahl der Produktionstage.

Unter diesen Bedingungen leiten sich für die Modelle 1 - 3 maximal mögliche Jahresproduktionsmengen von 6,9 Mio., 13,8 Mio. und 35,3 Mio. kg Magermilchpulver ab.

Tab. 2: Spezifische Modelldaten

Basisdaten	Einheiten	Modell 1	Modell 2	Modell 3
Relative Kapazität	%	100	199	509
Kapazität Vorstapel tanks	l	300.000	500.000	1.400.000
Leistung Verdampfer				
- Magermilchzulauf	kg/h	10.800	21.500	55.000
- Wasserverdampfung	kg/h	8.860	17.630	45.100
Leistung Sprühturm				
- Konzentratmenge	kg/h	1.940	3.870	9.890
- Wasserverdampfung	kg/h	900	1.790	4.580
Leistung Absackanlage	kg/h	2.000	4.500	10.000
Kapazität Lager	t	570	1.140	2.910
Produktionsstunden	Std./Tag	20	20	20
Produktionstage	Anz./Jahr	340	340	340
Jahresproduktion (100% Besch.)	t	6.921	13.796	35.303

Mit der Auswahl der drei Modellabteilungen wird den vorhandenen Kapazitätsgrößen in der Bundesrepublik Deutschland (5) in etwa entsprochen, wie nachstehende Tabelle 3 zeigt.

Tab. 3: Molkereibetriebe mit Herstellung von Milchpulver in der Bundesrepublik Deutschland - Stand 1994

Betriebsgrößenklassen Milchpulvermenge (t/Jahr)	Anzahl der Betriebe		Herstellung je Größenklasse		Durchschnittliche Herstellung je Betrieb (t/Jahr)
	(St)	(%)	(t/Jahr)	(%)	
bis 2.000	16	24	13.000	2	813
2.000 - 5.000	11	17	38.200	7	3.473
5.000 - 10.000	20	31	146.700	28	7.335
10.000 - 20.000	13	20	199.400	38	15.338
> 20.000	5	8	132.500	25	26.500
insgesamt	65	100	530.000	100	8.154

Entsprechend der Gliederung der milchpulverproduzierenden Betriebe in Größenklassen charakterisieren die Modelle die Situation der Betriebe, die mit einer durchschnittlichen Jahresproduktion zwischen 5.000 - 10.000 t, 10.000 - 20.000 t und > 20.000 t zu den drei größten Gruppen zählen. Die insgesamt 38 Betriebe sind mit über 90 % an der gesamten Milchpulverproduktion beteiligt.

Um die Auswirkungen veränderter Kapazitätsauslastungen auf die Kostenentwicklung darzustellen, werden in den drei Modellgrößen durch Variation der Produktionstage von 340 auf 90 sowie die Reduzierung der täglichen Produktionszeit von 20 auf 11 Stunden Beschäftigungssituationen von 100 bis 15 % gebildet.

3. Investitionen

Gemäß den spezifischen Kapazitätsgrößen werden die für das Fertigungsverfahren vorgesehenen maschinellen und baulichen Anlagen den einzelnen Abteilungen modellgerecht zugeordnet. Tabelle 4 gibt einen Überblick über alle zur Anwendung kommenden produktionstechnischen Ausrüstungsgegenstände und Bauten mit den jeweiligen Investitionsbeträgen. Weitere Angaben beziehen sich auf

- Anzahl, Leistung bzw. Größe der Anlagegüter,
- die kalkulatorischen Nutzungsdauern, die für die maschinelle Ausrüstung nach ökonomischen Gesichtspunkten und technischen Entwicklungsmöglichkeiten auf maximal 15 Jahre begrenzt und für die Gebäude auf 40 Jahre bestimmt sind,
- die Instandhaltungsquote als prozentualer Anteil an den jeweiligen Investitionsbeträgen, die zur Ermittlung des fixen maschinellen und baulichen Instandhaltungsaufwandes und der mengenproportionalen maschinellen Reparaturkosten (sh. 4.1) dient.

Die Investitionswerte der maschinellen Anlagen basieren auf stark aggregierten Listenpreisen der Maschinenhersteller, die zum Teil den von Apparatebauern eingeschätzten Montage- und Materialaufwand mit beinhalten. Die Höhe der baulichen Investitionen richtet sich nach den derzeit geltenden institutsinternen Preisen für Gebäude und Grundstücksflächen.

Die technologische Ausstattung des gesamten Produktionsbereiches der Modellabteilung ist maßgeblich für eine aus der Leistungsgröße der Eindampfanlage heraus ermittelte 100 %ige Beschäftigung konzipiert und in allen Modellen 3-schichtig organisiert. Eine Anpassung maschineller und baulicher Anlagen auf verringerte Produktionsmengen kleinerer Beschäftigungsgrade ist nicht vorgesehen, da aus technischer Sicht auch bei verringerten Produktionsmengen durch Reduzierung der Produktionstage eine maximal mögliche Laufzeit der Eindampf- und Trocknungsanlage anzustreben ist.

Die Modelle 1 bis 3 kennzeichnen ein einheitliches Fertigungsverfahren zur Herstellung von Magermilchpulver. Die Auswahl der Anlagentypen richtet sich nach der kapazitiven Auslegung der Modelle.

Die Anzahl und Größe der für das Milchlager je Modell vorgesehenen Isoliertanks entsprechen der täglich zu verarbeitenden Milchmenge zuzüglich einer gewissen Kapazitätsreserve. Die Investitionsbeträge verstehen sich einschließlich Rührwerke, Pumpen, Ventile sowie Meß- und Regeltechnik.

Das Maschinenkonzept der Verdampfung sieht in allen Modellen neben dem Konzentratorwärmer, -erhitzer und -stapelbehälter eine Eindampfanlage vor, die als 3-stufiger Vakuum-Fallstrom-Verdampfer mit mechanischer Brüdenverdichtung in der ersten Stufe und Hochkonzentrierung in der zweiten und dritten Stufe ausgelegt ist. Der wertmäßige Zuwachs der komplexen Investitionsposition resultiert aus der Vergrößerung der anlagebezogenen Leistungs- und Größenparameter gemäß der modellspezifischen Aufstellung.

Der für den Trocknungsprozeß erforderliche Kompakt-Sprühturm mit integriertem Fließbett ist in seiner Dimension auf die im jeweiligen Modell zu verarbeitende Konzentratmenge ausgerichtet. Diese mutative Kapazitätsausweitung schlägt sich mit zunehmender Modellgröße in den steigenden Investitionsbeträgen nieder.

Der Investitionsanteil der Pulverstapelung in Silos beruht auf der Entscheidung, daß die Pulvermenge von zwei Produktionstagen bei voller Ausnutzung der Produktionskapazität gelagert werden kann. Demnach unterscheidet sich die modellspezifische Ausstattung von Modell 1 zu Modell 3 durch die mengenbedingte Vermehrung von zwei über drei auf fünf Silos sowie deren Fassungsvermögen.

Tab. 4: Anlagegüter in den Modellen der Abteilung „Milchtrocknung“

lfd. Nr.	Anlagegüter	Modell 1		Modell 2		Modell 3		Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)			
		Anzahl Größe ')	Investitions- summe (1.000 DM)	Anzahl Größe ')	Investitions- summe (1.000 DM)	Anzahl Größe ')	Investitions- summe (1.000 DM)					
1	Milchlager Tanks (inkl. Rührwerk, Pumpen, Ventile)	1x100	1x200	627	1x100	2x200	812	7x200	1.782	15	0,25	
2	Montage			142			179		358	15	0,50	
3	elektron. Prozeßsteuerung			92			92		139	15	0,50	
4	Fundament für Tanks	45		22	70		35	175	87	15	1,50	
				883			1.118		2.366			
5	Verdampfung Verdampferstation, kompl. (inkl. Montage, Steuerung)	8.860 kg/h H ₂ O-verd.	1.800		17.630 kg/h H ₂ O-verd.	2.600		45.100 kg/h H ₂ O-verd.	4.800	15	1,50	
6	Gebäude (10 m Höhe)	55		104	85		160	160	304	40	2,00	
				1.904			2.760		5.104			
7	Trocknung Sprühturm-Trocknungsanlage, kompl. (inkl. Montage, Steuerung)	900 kg/h H ₂ O-verd.	3.400		1.790 kg/h H ₂ O-verd.	4.420		4.580 kg/h H ₂ O-verd.	6.450	15	1,50	
8	Gebäude (18/22/28 m Höhe)	150		513	285		1.191	480	2.554	40	2,00	
				3.913			5.611		9.004			
9	Absackung Silos (inkl. Förderanlage)	2x25		350	3x30		465	3x50	1x25	640	15	0,75
10	Absackanlage (inkl. Palettierer, Stretchautomat)	1x2		530	1x4,5		655	1x10		1.266	10	1,50
11	Montage			88			112		190	10	0,50	
12	Gebäude (5 m Höhe)	90		86	110		105	150	143	40	2,00	
				1.054			1.337		2.239			
13	Lager Gabelstapler	1		70	1		70	2		140	5	5,50
14	Paletten	900		14	1.700		26	4.000		60	3	0,50
15	Gebäude (5 m Höhe)	300		285	550		522	1.400	1.330		40	2,00
				369			618		1.530			
16	Grundstück Abteilung	640		22	1.100		38	2.347	83			
	Abteilung			8.145			11.482		20.326			

¹⁾ Tanks in 1.000 l; Silos in 1.000 kg; Absackanlage in 1.000 kg/h; Gebäude, Grundstück in m²

Mit der Position Absackanlagen werden in den Modellen Linien mit vollautomatischer Funktionsweise gekennzeichnet, die inklusive der nachgeschalteten Palettierer und Stretchfolienwickler den monetären Komplexbetrag bilden. Durch den Einsatz größerer Absacklinien in den Kapazitätsbereichen der Modelle 2 und 3 verursachen die in dieser Form dimensionierten Maschinen einen progressiven Anstieg der Investitionen.

Die Losgröße der im Lager aufgeführten Europaletten ist auf die Kapazität von 28 Tagesproduktionen festgelegt und steigt mengenproportional mit zunehmender Modellgröße. Das Pulverlager kann die Produktion von vier Wochen aufnehmen; darin lassen sich Paletten mit je 750 kg Pulver dreifach übereinanderstapeln.

Die Aufwendungen für die räumliche Unterbringung der Anlagen sowie den Platzbedarf für die Anordnung der Stapeltanks im Freien und für Transportarbeiten finden ihren wertmäßigen Ausdruck in der baulichen Investition. Ein Vergleich der baulichen mit den maschinellen Investitionen macht in Abbildung 1 deutlich, daß die Baubeträge mit der Grundstücksbewertung einen Anteil an den Gesamtinvestitionen von 15 % im Modell 1 bis 28 % im Modell 3 ergeben.

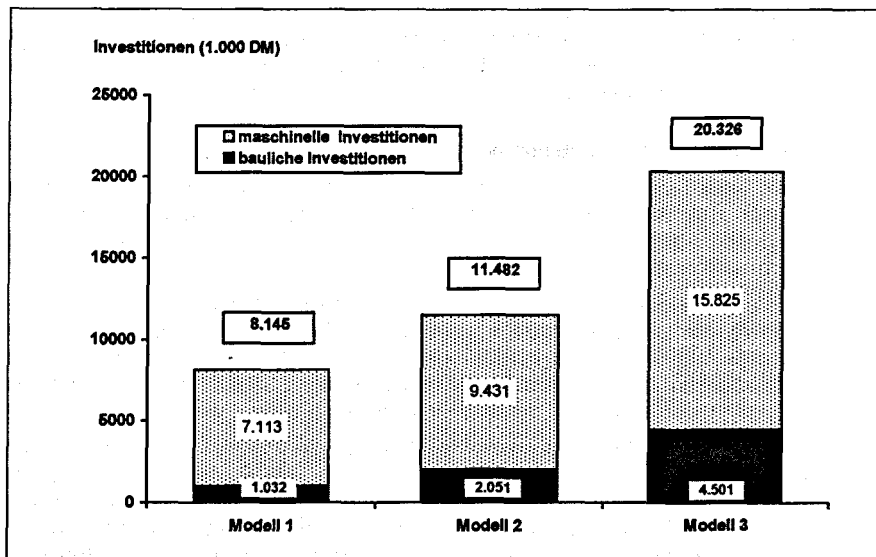


Abb. 1: Maschinelle und bauliche Investitionen der Modelle

In der Trocknungsabteilung des Modells 3 bewirkt insbesondere die projektierte Raumhöhe von 28 m neben der Flächenerweiterung einen beträchtlichen Investitionswert, der den hohen prozentualen Bauanteil erklärt.

Die Gesamtinvestitionen der Abteilung „Milchtrocknung“ werden durch das kleinste Modell mit 8,1 Mio. DM und das größte Modell mit 20,3 Mio. DM markiert. Während sich die Verarbeitungskapazität über die Modelle verfünffacht, steigen die Gesamtinvestitionen des dritten Modells unterproportional auf das 2,5fache Niveau des ersten Modells.

Der Einfluß der Kapazitätsgröße auf den Investitionsumfang der Modelle zeigt sich aus der Gegenüberstellung der Investitionen mit dem Jahresoutput an Pulver (Abb. 2).

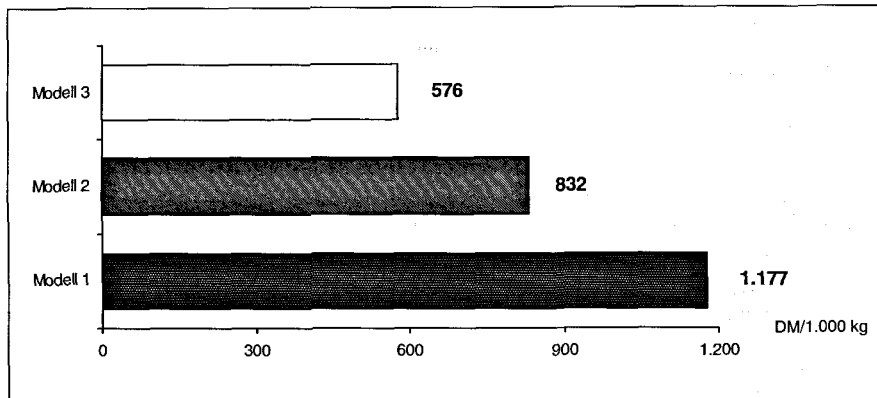


Abb. 2: Spezifische Gesamtinvestitionen je 1.000 kg Pulver

Demnach weist das Modell 1 mit rd. 1.177 DM/1.000 kg Pulver den höchsten Investitionsbetrag aus, der sich mit zunehmender Modellgröße um rd. 600 DM (Modell 3) verringert. Mit der Kapazitätsgröße des Modells 2 tritt für 1.000 kg Pulver eine Degression von 345 DM ein, die sich beim Übergang zum Modell 3 um 256 DM erweitert.

4. Herstellungskosten

Die für die Modellabteilungen eingesetzten spezifischen Modellausrüstungen bilden nicht nur die Grundlage für das Ausmaß der Anlageinvestitionen, sondern auch die Voraussetzung für die Ableitung fixer und variabler Verbräuche der Produktionsfaktoren und die sich daraus ergebenden Kosten.

Die Ermittlung der beschäftigungsabhängigen Herstellungskosten der Abteilung erfolgt mit Hilfe von Simulationsrechnungen, in denen die Einsatzmengen der Produktionsfaktoren für eine Jahresproduktion in Abhängigkeit von der Laufzeit der Anlagen und der Anzahl der Produktionstage in verschiedenen Kapazitätsgrößen und bei variierenden Beschäftigungsgraden erfaßt und mit aktuellen Preisen bewertet werden.

Schwerpunkt der nachfolgenden Kostenanalysen ist die Darstellung des Einflusses differenzierter Kapazitätsgrößen und -auslastungen auf die jeweiligen Kostenarten- und -gruppen der Herstellungskosten. Aus der Bandbreite der Beschäftigungsvariationen von 100 bis 15 % werden fünf Produktionssituationen ausgewählt, deren Produktionszeit bei unterschiedlichen Produktionstagen im Jahr rund 20 Stunden pro Tag beträgt. Einzelne Aspekte werden beispielhaft bei einer 80 %igen Beschäftigung an 280 Produktionstagen im Jahr hervorgehoben.

4.1 Anlagekosten

Mit den auf der Basis der modellspezifischen Investitionsbeträge für maschinelle Anlagen, Gebäude und Grundstücke berechneten Kostenarten, wie Abschreibungen, Zinsen, Instandhaltung und Reparaturen (2), lassen sich die jährlichen Anlagekosten bestimmen.

Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Anlagekosten der Abteilung für variierende Beschäftigungsgrade, deren wertmäßiger Ausdruck, bezogen auf den Output der Abteilung, in Pf/kg Magermilchpulver fixiert ist. In den ausgewählten Beschäftigungssituationen umfaßt das Ausmaß der Anlagekosten in Abhängigkeit von Kapazitätsgröße und -auslas-

tung Beträge zwischen 8,73 und 50,32 Pf/kg Magermilchpulver, was einem Anteil an den Herstellungskosten von 31 % und 64 % entspricht. Mit zunehmender Modellgröße sinkt der Anteil der Anlagekosten an den Herstellungskosten, und die modellspezifischen Anlagekosten verringern sich in allen Beschäftigungssituationen von Modell 1 zu Modell 3 um mehr als die Hälfte.

Tab. 5: Modellspezifische Anlagekosten in der Abteilung „Milchtrocknung“ (Pf/kg Magermilchpulver)

Beschäftigungsgrad (%)	Prod.-tage/Jahr	Prod.-stunden/Tag	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
			Anlagekosten (Pf/kg)	Anteil an Herst.-kosten (%)	Anlagekosten (Pf/kg)	Anteil an Herst.-kosten (%)	Anlagekosten (Pf/kg)	Anteil an Herst.-kosten (%)
100	340	20,0	18,38	38	12,79	36	8,73	31
80	280	19,4	22,32	43	15,54	40	10,63	36
60	210	19,4	28,87	49	20,13	46	13,79	42
50	180	18,9	34,11	53	23,80	50	16,32	45
33	120	18,7	50,32	64	35,15	61	24,14	56

Am Beispiel einer Beschäftigung von 80 % mit 280 Produktionstagen im Jahr wird in Abbildung 3 gezeigt, wie sich die Anlagekosten in den drei Modellen zusammensetzen.

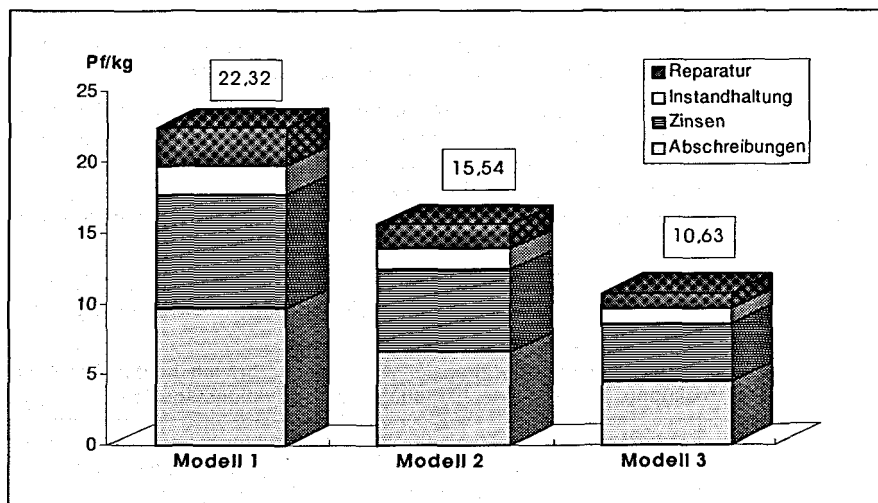


Abb. 3: Zusammensetzung der modellspezifischen Anlagekosten in der Abteilung Milchtrocknung, 80 % Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

Die Abbildung läßt erkennen, daß die Abschreibungen und Zinsen mit dem höchsten Anteil in den Anlagekosten vertreten sind. In allen Modellen liegt er bei rd. 79 %.

4.2 Personalkosten

Die in den Modellabteilungen kalkulierten Personalkosten für ausgewählte Beschäftigungssituationen gibt die Tabelle 6 wieder.

Tab. 6: Personalkosten in der Abteilung „Milchtrocknung“ (Pf/kg Magermilchpulver)

Beschäftigungsgrad (%)	Prod.-tage/Jahr	Prod.-stunden/Tag	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
			Personal-kosten (Pf/kg)	Anteil an Herst.-kosten (%)	Personal-kosten (Pf/kg)	Anteil an Herst.-kosten (%)	Personal-kosten (Pf/kg)	Anteil an Herst.-kosten (%)
100	340	20,0	10,33	22	5,00	14	2,24	8
80	280	19,4	10,33	20	5,10	13	2,25	8
60	210	19,4	10,77	18	5,31	12	2,35	7
50	180	18,9	11,11	17	5,49	12	2,47	7
33	120	18,7	8,67	11	4,26	7	2,00	5

Bei Beschäftigungen zwischen 50 und 100 % liegen die Personalkosten zwischen 2,24 Pf/kg Magermilchpulver (Modell 3, 100 % Beschäftigung) und 11,11 Pf/kg Magermilchpulver (Modell 1, 50 % Beschäftigung). Die Personalkosten bei 33 % Beschäftigung sind in allen Modellen auffallend geringer, da infolge der geringen Produktionsmengen ein Abteilungsleiter entfällt und die verringerten Produktionstage zur Abnahme der tagesfixen Kosten und der im Jahresdurchschnitt zu beschäftigenden Mitarbeiter führen.

Zur Analyse der Personalkosten werden der Verbrauch der fixen und variablen Arbeitszeitverbräuche sowie die erforderliche Anzahl von Arbeitskräften näher untersucht, durch die die Kostendifferenzen zwischen den Modellen erklärt werden.

In den Modellen kommen Arbeitskräfte mit unterschiedlicher Qualifikation gemäß ihrem Aufgabenbereich zum Einsatz. Die Überwachung und Steuerung der Verdampferstation und des Trockenturmes sowie die produktionstechnische Vorbereitung der Prozeßlinie erfolgen durch Maschinenführer. Für die Absackung des Pulvers, für Bereitstellung von Hilfs- und Verpackungsmaterial, für Transport- und Reinigungsarbeiten sind Arbeiter verantwortlich.

Tabelle 7 stellt die betriebszeitabhängigen Arbeitszeitverbräuche, die sich je nach Verursachung als tagesfixe oder mengenproportionale Verbräuche ergeben, dar.

Tab. 7: Tagesfixer und mengenproportionaler Arbeitszeitverbrauch in der Abteilung „Milchtrocknung“ bei 80 % Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

Lohngruppe	Arbeitszeit-bewertung (DM/h) ¹⁾	Arbeitszeitverbrauch					
		tagesfix (h/d)			mengenproportional (h/1.000 kg Output) ²⁾		
		Modelle			Modelle		
		1	2	3	1	2	3
Maschinenführer	37,33	3,00	3,25	3,75	0,98	0,49	0,19
Arbeiter	25,29	3,75	3,75	4,50	0,76	0,34	0,20

¹⁾ Preisstand 1998

²⁾ Magermilchpulver

Die tagesfixen Arbeiten verrichten die Maschinenführer mit allen Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten in den Unterabteilungen Vorstapelung, Eindampfung und Trocknung, während die Arbeiter die Vorbereitung und Reinigung in der Unterabteilung Absackung sowie die tägliche Außenreinigung der Anlagen und Flächen übernehmen. Durch die Erweiterung von Stapelkapazitäten, längere Transportwege und Rohrleitungssysteme ist ein geringer Anstieg des tagesfixen Arbeitszeitverbrauches vom kleineren zum größeren Modell zu verzeichnen.

Ein Vergleich des Arbeitszeitverbrauches in Abhängigkeit von der produzierten Menge macht deutlich, daß der mengenproportionale Verbrauch für die Herstellung von 1.000 kg Magermilchpulver im Modell 3 in beiden Lohngruppen nur fast ein Fünftel des Arbeitszeitverbrauches von Modell 1 erfordert. Dieser geringe Verbrauch von insgesamt 0,39 Arbeitsstunden/1.000 kg Magermilchpulver erklärt sich durch den hohen Automatisierungsgrad in der Abteilung Milchtrocknung, durch den auch bei fünffachem Anstieg der Produktionsmenge die Überwachung der Anlagen an Steuerpulten keinen zusätzlichen Personaleinsatz erfordert.

Die Bewertung der tagesfixen und mengenproportionalen Verbräuche in der angegebenen Beschäftigung geht bei dem Maschinenführer an den Eindampf- und Trocknungsanlagen von 3-Schichtarbeit und bei dem Arbeiter, der in der Absackung und im Lager eingesetzt ist, von 2-Schichtarbeit mit jeweils vier Überstunden pro Woche aus.

Zusätzlich zu den betriebszeitbedingten Arbeitszeitverbräuchen ist auch die Anzahl an Arbeitskräften von Bedeutung, die planmäßig in den Modellabteilungen beschäftigt ist. Bei einer Beschäftigung von 80 % ergeben sich über das Jahr gesehen für

Modell 1: 7 Arbeitskräfte (4 Maschinenführer, 3 Arbeiter)

Modell 2: 7 Arbeitskräfte (4 Maschinenführer, 3 Arbeiter)

Modell 3: 8 Arbeitskräfte (3 Maschinenführer, 4 Arbeiter).

Bei der Ermittlung der Anzahl der Mitarbeiter wurde der Bedarf an Arbeitskräften unter Berücksichtigung von Ausfallzeiten durch Urlaub, Krankheit u.a. zugrunde gelegt. Zusätzlich ist bis zu einer Beschäftigung von 50 % ein Abteilungsleiter vorgesehen, dessen Jahresarbeitsstunden in die Modellkalkulationen eingehen.

Zusammengefaßt ergeben sich aus den bewerteten fixen und variablen Arbeitszeitverbräuchen für die Beschäftigung von 80 % bei 280 Produktionstagen im Jahr Personalkosten in Höhe von 10,33 Pf (Modell 1), 5,10 Pf (Modell 2) und 2,25 Pf (Modell 3) je kg Magermilchpulver.

4.3 Kosten für Energie, Betriebsstoffe und Verpackungsmaterial

Die in den Modellen kalkulierten Kosten für die Kostenartengruppen Energie, Betriebsstoffe und Verpackungsmaterial werden in Tabelle 8 als outputbezogene Stückkosten in variierenden Beschäftigungssituationen ausgewiesen.

Die Energiekosten liegen in den ausgewählten Beschäftigungen mit annähernd 20 Stunden Produktionszeit/Tag zwischen 12,40 und 14,74 Pf/kg Magermilchpulver, die Kosten für Betriebsstoffe zwischen 0,11 und 0,16 Pf/kg Magermilchpulver und die Verpackungskosten zwischen 4,50 und 4,51 Pf/kg Magermilchpulver.

Über die Modelle gesehen bewirkt die Erweiterung der Kapazitätsgröße von Modell 1 zu Modell 3 bei den Energiekosten eine Kostensenkung von 2,2 - 2,3 Pf/kg Magermilchpulver, während bei den Kosten für Betriebsstoffe nur geringfügige (0,04 Pf/kg Magermilchpulver) und bei den Kosten für Verpackungsmaterial keine Kostensenkungen erzielt werden.

Tab. 8: Kosten für Energie, Betriebsstoffe und Verpackungsmaterial in der Abteilung „Milchtrocknung“ (Pf/kg Magermilchpulver)

Beschäftigungsgrad (%)	Prod.-tage/Jahr	Prod.-std./Tag	Modell 1			Modell 2			Modell 3		
			Ener-gie	Betr.-stoffe	Verp.-material	Ener-gie	Betr.-stoffe	Verp.-material	Ener-gie	Betr.-stoffe	Verp.-material
			(Pf/kg)	(Pf/kg)	(Pf/kg)	(Pf/kg)	(Pf/kg)	(Pf/kg)	(Pf/kg)	(Pf/kg)	(Pf/kg)
100	340	20,0	14,64	0,15	4,50	13,21	0,13	4,50	12,40	0,11	4,50
80	280	19,4	14,68	0,15	4,50	13,25	0,14	4,50	12,43	0,11	4,50
60	210	19,4	14,68	0,15	4,50	13,25	0,14	4,50	12,44	0,11	4,50
50	180	18,9	14,72	0,16	4,51	13,28	0,14	4,50	12,46	0,12	4,50
33	120	18,7	14,74	0,16	4,51	13,30	0,14	4,50	12,48	0,12	4,50

Ein unterschiedlicher Auslastungsgrad der Kapazitäten, der durch den Beschäftigungsgrad, die Produktionstage und -stunden bestimmt wird, zeigt kaum Einfluß auf die Stückkosten; lediglich bei den Energiekosten tritt im Modell 1 eine Kostensenkung von 0,10 Pf/kg Magermilchpulver auf, wenn sich die Beschäftigung von 33 auf 100 % erhöht.

Die für die Kostenermittlung zugrunde gelegten Faktormengen werden am Beispiel einer 80 %igen Beschäftigung in Tabelle 9 aufgeführt und die verschiedenen Kostenarten analysiert.

Tab. 9: Verbrauch an Energie, Betriebsstoffen und Verpackungsmaterial in der Abteilung „Milchtrocknung“ bei 80% Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

Kostenarten	Einheit	Verbrauch						Preis ²⁾ (Pf/E)
		Modell 1		Modell 2		Modell 3		
		tages- fix	mengen- prop. ¹⁾	tages- fix	mengen- prop. ¹⁾	tages- fix	mengen- prop. ¹⁾	
Energie								
Fremdstrom	kWh	337,9	340,2	545,0	257,2	1200,0	221,5	12,80
Wasser	m³	16,6	1,0	23,0	0,5	46,6	0,4	402,00³
Eigendampf	t	3,9	1,9	7,6	1,9	18,9	1,9	3.883,00
Druckluft	m³	67,5	156,6	106,0	141,8	222,5	129,9	1,90
Kälte, ind.	MJ	-	433,4	-	440,9	-	410,2	1,77
Betriebsstoffe								
div. Reini- gungsmittel	kg	97,5	-	179,6	-	427,8	-	29,40⁴
Verpackungs- material								
Papiersäcke	St	3,0	41,4	5,0	41,4	12,0	41,4	102,00
Nahtmaterial	kg	-	0,1	-	0,1	-	0,1	964,00
Reiterband	m	-	24,7	-	24,7	-	24,7	4,00
Stretchfolie	kg	-	0,4	-	0,4	-	0,4	300,00

¹⁾ je 1.000 kg Output

²⁾ Preisstand 1998

³⁾ Wasserpreis zusammengesetzt aus Frisch- (284 Pf/m³) u. Abwasser (370 Pf/m³)

⁴⁾ Mischpreis aus 8 Komponenten

Tagesfixe Verbräuche für Energie und Betriebsstoffe sind den Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten in der Abteilung zuzuordnen, der tagesfixe Verbrauch an Papiersäcken entspricht dem täglichen Verlust des Verpackungsmaterials beim Abfüllen und Lagern.

Der mengenabhängige Verbrauch bezieht sich auf den Output der Abteilung je 1.000 kg Magermilchpulver. Er wird in den Unterabteilungen am Entstehungsort erfaßt und nach Addition auf Abteilungsebene durch den Output geteilt. Verbrauchsanalysen zum Energiebereich lassen erkennen, daß die Unterabteilung Trocknung den höchsten Verbrauch an Fremdstrom und Eigendampf verursacht.

Tabelle 10 belegt diese Aussage und stellt vergleichsweise die spezifischen Energieverbräuche in Relation zur outputbezogenen Pulvermenge und Wasserverdampfung.

Tab. 10: Mengenabhängiger Verbrauch von Fremdstrom und Eigendampf in den Unterabteilungen Eindampfung und Trocknung bei 80% Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

Energieträger	Einheit	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
		je 1.000 kg Magermilchpulver	je 1.000 kg Wasserverdampfung	je 1.000 kg Magermilchpulver	je 1.000 kg Wasserverdampfung	je 1.000 kg Magermilchpulver	je 1.000 kg Wasserverdampfung
<u>UA Eindampfung</u>							
- Fremdstrom	kWh	108,1	12,4	108,0	12,4	107,9	12,4
- Eigendampf	t	0,173	0,020	0,173	0,020	0,173	0,020
<u>UA Trocknung</u>							
- Fremdstrom	kWh	216,4	44,4	137,9	156,4	106,0	120,1
- Eigendampf	t	1,775	2,006	1,774	2,003	1,736	1,967

Im Verbrauch von Wasser sind nur die Mengen ausgewiesen, die tagesfix zum Anfahren der Verdämpfer, zur Reinigung milchführender Systeme oder zur Reinigung der Flächen verwendet werden. Das anfallende Kondensat in der Eindampfung wird nicht als Abwasser bewertet, da es in anderen Abteilungen (z.B. als Kesselspeisewasser) genutzt werden kann. Mengenproportionaler Wasserverbrauch tritt nur in geringen Mengen an den Pumpen in der Verdampfung und Trocknung auf. Die als indirekte Kälte ausgewiesenen Faktormengen sind für die Kühlung der Magermilch von 10 auf 4°C und für die Entfeuchtung der Heißluft im Trockner vorgesehen.

Zu dem Verbrauch an Betriebsstoffen ist zu bemerken, daß neben Natronlauge und Salpetersäure noch weitere Reinigungsmittel verwendet werden, die mengen- und kostenmäßig zusammengefaßt und mit einem gemittelten Durchschnittspreis belegt sind. Der Verbrauch an Verpackungsmaterial ist überwiegend mengenabhängig. Er wird vor allem durch die Verwendung spezieller Papiersäcke geprägt, die durch ihren Preis von 1,02 DM/Sack einen Anteil von 9 % (Modell 1) bis 15 % (Modell 3) an den Herstellungskosten erreichen.

Da der Verbrauch an Energie die Herstellungskosten in der angeführten Beschäftigung maßgebend beeinflusst, wird abschließend ein Überblick über die Zusammensetzung der Energiekosten gegeben.

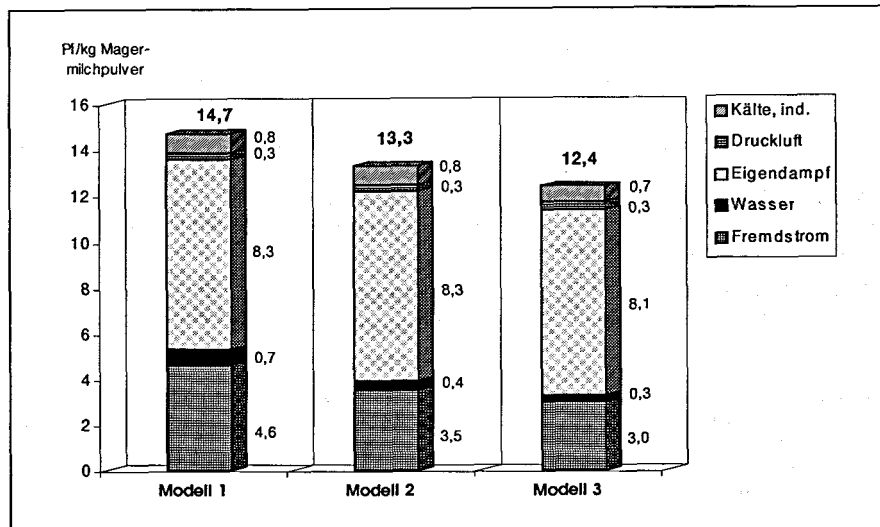


Abb. 4: Zusammensetzung der Energiekosten in der Abteilung „Milchtrocknung“ bei 80 % Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

Abbildung 4 hebt deutlich hervor, daß erwartungsgemäß der für die Eindampfung und Trocknung eingesetzte Dampf die Energiekosten am stärksten belastet.

5. Rohstoffkosten

Der methodische Ansatz für die Einbeziehung des Rohstoffes in die Modellabteilungsrechnung „Milchtrocknung“ stützt sich auf die Anwendung des Prinzips der verursachungsgerechten Rohstoffverbrauchsbestimmung (2, 6, 7, 8). Diesem Prinzip Rechnung tragend, wird der gesamte Produktionsprozeß der Abteilung systematisch nach möglichen Verbrauchs- und Verlustquellen untersucht. Eigene Erhebungen sowie Befragungen erfahrener Fachleute aus der Praxis bilden die Quelle der Verlustsätze und -mengen, die in einem Schema zur Rohstoffmengenrechnung - Abbildung 5 - dargestellt werden.

Das Aufzeigen der schematisierten Rohstofffließwege über die einzelnen Produktionsabschnitte läßt erkennen, wie die Rohstoffeinsatzmengen für den Output der Abteilung kalkuliert sind. Ausgangspunkt der Input- und Outputbetrachtung ist die Leistung der kapazitätsbestimmenden Eindampfanlage, durch die die Eingangsmenge an Magermilch in der Verdampfung bestimmt wird. Werden der Eingangsmenge Magermilch die Verluste zugerechnet, die in der Unterabteilung Vorstapelung bei der Reinigung der Tanks und Rohrleitungen entstehen, ist der tatsächliche Rohstoffeinsatz (RES) für die Milchtrocknung erfaßt und damit der Input der Abteilung festgestellt.

Der Output der Abteilung ergibt sich, wenn von der Eingangsmenge in die Eindampfanlage die Mengen an verdampftem Wasser im Verdampfer und im Sprühturm sowie die Verluste in den verschiedenen Prozeßstufen abgesetzt werden. Unter Einbeziehung des sich verändernden Gehaltes an Eiweiß, Fett und Wasser ist die Entwicklung der Trockenmasse vom Input zum Output in einer Nebenrechnung zu verfolgen.

Am Beispiel einer Tagesproduktion, die für das Modell 2 gilt, läßt sich die Mengenberechnung unter den genannten Modellbedingungen belegen. Die Input-Output-Rechnung ergibt, daß für die Herstellung eines kg Magermilchpulvers 10,60 kg Magermilch zum Einsatz kommen und daß das Endprodukt einen Trockenmassegehalt von 96,5 % ausweist.

Modellabteilung Sprühtrocknung

Modell 2

Modellbedingungen:

Magermilch - 9,34% Trockenmasse, 90,66% Wasser
 Magermilchpulver - 96,5% TM, 3,5% Wasser
 Leistung des Verdampfers (Zulauf) - 21.500 kg Magermilch/h
 produktive Laufzeit - 20 h/d

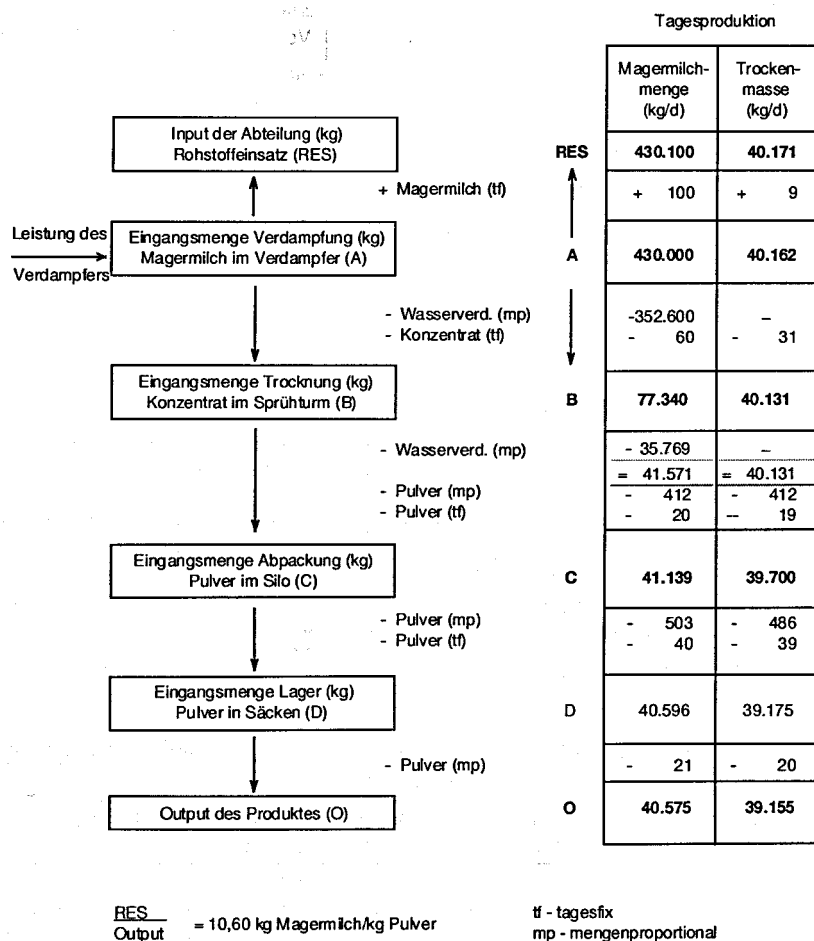


Abb. 5: Schema zur Rohstoffmengenberechnung

Die in den Modellen verrechneten Verluste entsprechen 0,3 % des Rohstoffeinsatzes. Sie können tagesfix oder mengenabhängig anfallen und als Nebenprodukte verwertet werden. Tabelle 11 gibt die entsprechenden Faktorpreise und -mengen der drei Modelle wieder, die in die Berechnung der Rohstoffkosten einfließen.

Tab. 11: Tagesfixe und mengenproportionale Rohstoffverluste (Nebenproduktanfall) in der Abteilung „Milchtrocknung“

Verluste/ Neben- produkte	Einheit	Preis (Pf/E)	Ursachen	Entstehungs- ort	Modelle		
					1	2	3
<u>tagesfix</u>							
Spülmilch	kg	10,27	Reinigung Tanks, Rohrleitung, Pumpen	Vorstapelung	50	100	250
Konzentrat	kg	57,20	Ausfahren, Rohr- leitungen	Verdampfung	40	60	150
Pulver	kg	250,00	Reinigung	Trocknung	20	20	20
Pulver	kg	250,00	An- und Ausfahren, Absackanlage	Absackung	30	40	100
<u>mengenproportional</u>					Modell 1 - 3		
Pulver	% vom Output	250,00	Filter, Silo, Verpackungsmaterial, Proben, Beschädigung von Säcken	Trocknung, Absackung, Lager	2,31		

Für die Ermittlung der Rohstoffkosten wird der Rohstoffverbrauch in die Komponenten Fett und Nichtfett unterteilt und getrennt bewertet; für den Fettwert werden 760,3 Pf/kg und für den Nichtfettwert 30,7 Pf/kg zugrunde gelegt (2). Danach errechnet sich der Rohstoffwert für die zum Einsatz kommende Magermilch (0,05% Fett) mit 31 Pf/kg, der als Brutto-Rohstoffkosten in die Kalkulation für das Magermilchpulver eingehen. Werden die anfallenden Nebenprodukte in der Kostenrechnung berücksichtigt, führen die Erlöse aus der Nebenproduktverwertung zu einer Reduzierung der Brutto-Rohstoffkosten und damit zu den Netto-Rohstoffkosten.

In Tabelle 12 werden die outputbezogenen Rohstoffkosten genannt, die sich aus den Kalkulationen für das Magermilchpulver in den drei Modellen ergeben.

Tab. 12: Rohstoffkosten für Magermilchpulver in der Abteilung „Milchtrocknung“; 80% Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

Rohstoffarten	Modell 1 (Pf/kg)	Modell 2 (Pf/kg)	Modell 3 (Pf/kg)
Brutto-Rohstoffkosten			
- Fett	4,03	4,03	4,03
- Nichtfett	325,69	325,28	325,17
insgesamt	329,73	329,31	329,20
Erlöse aus Nebenprodukten			
- Spülmilch, Konzentrat, Filterpulver	6,44	6,19	6,10
Netto-Rohstoffkosten	323,29	323,12	323,09

Bei einer Beschäftigung von 80 % liegen die Netto-Rohstoffkosten in den drei Modellen zwischen 323,29 und 323,09 Pf/kg Magermilchpulver. Da der Rohstoffverbrauch hauptsächlich in direkter Abhängigkeit zur hergestellten Menge steht und nur die tagesfixen Verluste und ihre Nebenproduktverwertung zu Abweichungen zwischen den Modellen führen, bleiben die Differenzen zwischen den Modellen, auch bei abweichenden Beschäftigungssituationen, gering.

6. Gesamtkosten der Abteilung

Herstellungs- und Rohstoffkosten zusammengefaßt, ergeben die Gesamtkosten der Abteilung, die Tabelle 13 als modellspezifische Stückkosten am Beispiel einer Beschäftigung von 80 % mit 280 Produktionstagen/Jahr wiedergibt. Für Vergleichszwecke sind neben den kalkulierten Stückkosten je kg Magermilchpulver auch die Stückkosten je kg Magermilch genannt.

Tab. 13: Modellspezifische Gesamtkosten in der Abteilung „Milch Trocknung“ bei 80% Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

Kosten	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
	Pf/kg Output ¹⁾	Pf/kg Input ²⁾	Pf/kg Output ¹⁾	Pf/kg Input ²⁾	Pf/kg Output ¹⁾	Pf/kg Input ²⁾
Personalkosten	10,33	0,97	5,10	0,48	2,25	0,21
Energie u. Betr.stoffe	14,83	1,40	13,39	1,26	12,55	1,18
Verpackungsmaterial	4,50	0,42	4,50	0,42	4,50	0,42
Anlagekosten	22,32	2,10	15,54	1,47	10,63	1,00
Herstellungskosten	51,99	4,90	38,52	3,63	29,92	2,82
Netto-Rohstoffkosten	323,29	30,46	323,12	30,48	323,09	30,49
Gesamtkosten	375,28	35,36	361,65	34,12	353,02	33,31

¹⁾ Magermilchpulver

²⁾ Magermilch

Die Gesamtkosten der Abteilung verringern sich bei 80 % Beschäftigung mit zunehmender Modellgröße von 375,28 Pf/kg im Modell 1 auf 353,02 Pf/kg Magermilchpulver im Modell 3. Diese Verringerung um 22,26 Pf/kg Magermilchpulver resultiert weitaus überwiegend aus den modellspezifischen Kosten ohne Rohstoff, die in ihrem Anteil an den Gesamtkosten zwischen 8,5 % (Modell 3) und 14 % (Modell 1) liegen. Abbildung 6 veranschaulicht die Zusammensetzung der modellspezifischen Herstellungskosten und hebt deutlich hervor, daß sich die Kostendegressionseffekte vom kleinsten zum größten Modell hauptsächlich aus den Anlage- und Personalkosten ergeben.

Da im kontinuierlichen Produktionsablauf der Verbrauch der Produktionsfaktoren verursachungsgerecht in Unterabteilungen erfaßt ist, lassen sich auch die kalkulierten Kosten für die aufeinanderfolgenden Arbeitsstufen bestimmen. Der Abbildung 7 sind die modellspezifischen, den Unterabteilungen zuordenbaren Kosten zu entnehmen. Die Rohstoffkosten und die jahresfixen Lohnkosten werden aus der Betrachtung ausgegliedert, da sie keiner Unterabteilung anlastbar sind.

Die höchsten Kosten mit nahezu 50 % entfallen in allen drei Modellen auf die Trocknung. Als Ursache sind die hohen Abschreibungen und Zinsen für den Sprühturm sowie der Verbrauch von Dampf zu nennen. Die Unterabteilung Eindampfung hat ebenfalls kostenintensive Abschreibungen und Zinsen aufzuweisen, doch sind die aufzuwendenden Energiekosten wesentlich geringer. In der Absackung werden die Kosten vor allem durch das Verpackungsmaterial belastet, dessen Verbrauch dieser Unterabteilung zugeordnet ist.

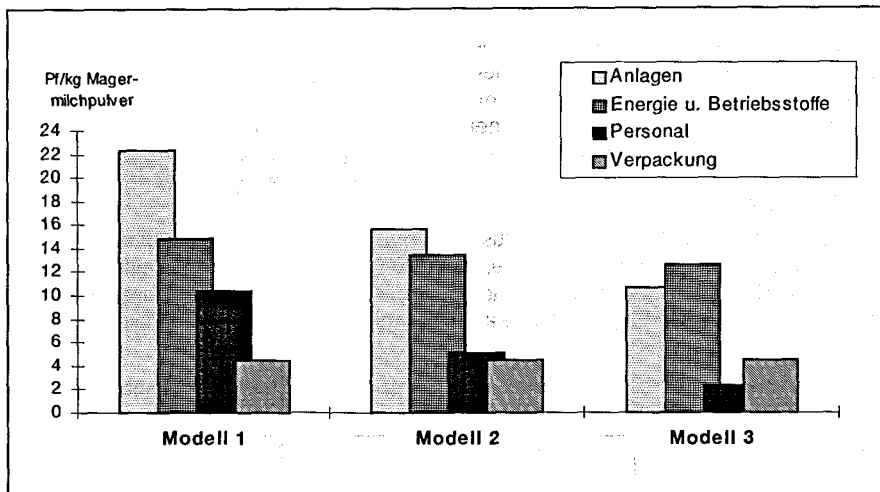


Abb. 6: Zusammensetzung der modellspezifischen Herstellungskosten nach Kostenarten in der Abteilung „Milchtrocknung“ bei 80 % Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr

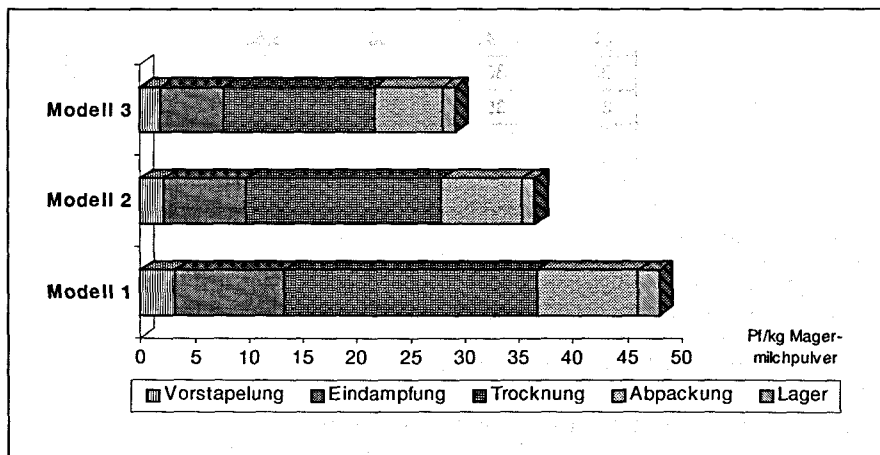


Abb. 7: Modellspezifische Kosten der Unterabteilungen in der Abteilung „Milchtrocknung“ bei 80% Beschäftigung, 280 Produktionstage/Jahr (ohne Rohstoffkosten und jahresfixe Personalkosten)

7. Auswertung der Ergebnisse

Nach Darstellung der Modellkosten in ausgewählten Beschäftigungssituationen werden abschließend einige spezielle praxisorientierte Aspekte diskutiert.

Am Beispiel der drei untersuchten Kapazitätsgrößen sind in Tabelle 14 die Auswirkungen einer veränderten Kapazitätsauslastung auf die Höhe der Stückkosten aufgezeigt. Für jedes der drei Modelle werden 13 mögliche Variationen untersucht, deren Kapazitäts-

auslastung innerhalb der angegebenen Extremwerte liegt. Da Kostendegressionseffekte fast ausschließlich aus den Herstellungskosten abzuleiten sind, wird in der Kostentabelle auf die Einbeziehung des Rohstoffes verzichtet.

In Abhängigkeit von der Kapazitätsauslastung macht sich bei den drei Kapazitätsgrößen ein beachtenswertes Kostengefälle bemerkbar. Von 100 zu 15 % Beschäftigung erhöhen sich die Herstellungskosten auf mehr als das 2,5fache, wobei mit zunehmender Modellgröße die beschäftigungsabhängige Kostenerhöhung abnimmt. Variationen der Produktionstage und Produktionszeiten bei gleichem Output verändern die Stückkosten nur unbedeutend, wie es sich z.B. bei einer Beschäftigung von 50 % zeigt, in der die Kosten maximal um 1 Pf/kg Magermilchpulver differieren.

Ein wesentlicher Einfluß auf die Kostenentwicklung ist auch der Kapazitätsgröße zuzuschreiben. Zwischen größtem und kleinstem Modell zeichnen sich bei den angeführten Beschäftigungsgraden Kostendifferenzen zwischen 20,0 (bei 100 % Beschäftigung) und 65,6 Pf/kg Magermilchpulver (15 % Beschäftigung) ab.

Mit der Abbildung 8 wird der aus den Stückkostenfunktionen der drei Modelle abgeleitete Stückkostenverlauf der Abteilung Milchtrocknung in Abhängigkeit von Kapazitätsgröße und Beschäftigung veranschaulicht.

Der Verlauf der Stückkostenkurve, der die Rohstoffkosten einschließt, ist durch starke Degressionseffekte im Bereich bis zu 5.000 t Magermilchpulver/Jahr gekennzeichnet; die Gesamtkosten betragen an diesem Schnittpunkt 380 Pf/kg. Bei Jahresproduktionsmengen von durchschnittlich 3.500 t, wie in Tabelle 3 für 17 % der Hersteller angegeben ist, wäre bei Konzentration der Produktion auf 5.000 t eine Kostensenkung von 14 Pf/kg Magermilchpulver möglich. Steigt die Produktion von 5.000 t auf 15.000 t Magermilchpulver an, kann eine weitere Senkung der Gesamtkosten um 21 Pf/kg erreicht werden. Nach diesen Jahresproduktionsmengen flacht die Kostenkurve ab, bis sie bei 30.000 t fast einen linearen Verlauf nimmt. Auf die Kostenentwicklung wirkt sich die Erhöhung der Jahresproduktionsmengen auf über 15.000 t noch mit einer Kostensenkung bis zu rd. 5 Pf/kg Magermilchpulver aus.

Vergleichende Betrachtungen zu den im Jahr 1975 durchgeführten und mit aktuellen Faktorpreisen versehenen Kostenuntersuchungen (1) ergeben nur unwesentliche Veränderungen in der absoluten Höhe der Herstellungskosten für Magermilchpulver, doch sind die Anteile der Personal- und Energiekosten zu Lasten der Anlagekosten um etwa ein Viertel zurückgegangen.

Tab. 14: Modellspezifische Gesamtkosten - ohne Rohstoff - in Abhängigkeit von Kapazitätsauslastung und -größe; Abteilung „Milch-trocknung“

Vari- ation	Beschäf- tigung (%)	Prod.- tage (d/a)	Prod.- zeit (h/d)	Modell 1		Modell 2		Modell 3	
				Istleistung 10.800 kg Magermilch/h = 1.018 kg Pulver/h		Istleistung 21.500 kg Magermilch/h = 2.026 kg Pulver/h		Istleistung 55.000 kg Magermilch/h = 5.182 kg Pulver/h	
				Prod.-menge Magermilch- pulver (t/a)	Stückkosten Magermilch- pulver (Pf/kg)	Prod.-menge Magermilch- pulver (t/a)	Stückkosten Magermilch- pulver (Pf/kg)	Prod.-menge Magermilch- pulver (t/a)	Stückkosten Magermilch- pulver (Pf/kg)
1	100	340	20,0	6.921	48,01	13.790	35,63	35.303	27,98
2	80	340	16,0	5.537	52,13	11.037	38,66	28.242	30,16
3	80	280	19,4	5.537	51,99	11.037	38,52	28.242	29,92
4	60	280	14,6	4.153	59,08	8.277	43,51	21.182	33,53
5	60	210	19,4	4.153	58,98	8.277	43,33	21.182	33,19
6	50	280	12,2	3.461	65,66	6.898	48,09	17.652	36,58
7	50	210	16,2	3.461	64,23	6.898	47,12	17.652	36,02
8	50	180	18,9	3.461	64,61	6.898	47,22	17.652	35,87
9	33	180	12,5	2.284	82,85	4.553	59,90	11.650	44,59
10	33	120	18,7	2.284	78,39	4.533	57,35	11.650	43,23
11	20	120	11,4	1.384	110,36	2.759	79,95	7.061	58,89
12	20	90	15,1	1.384	109,40	2.759	79,21	7.061	58,29
13	15	90	11,4	1.038	137,26	2.069	98,65	5.295	71,66
Zusammensetzung der Stückkosten nach Kostenkategorien				fix (%)	variabel (%)	fix (%)	variabel (%)	fix (%)	variabel (%)
- Variation 1				46	54	41	59	35	65
- Variation 2				50	50	46	54	39	61
- Variation 3				60	40	56	44	49	51

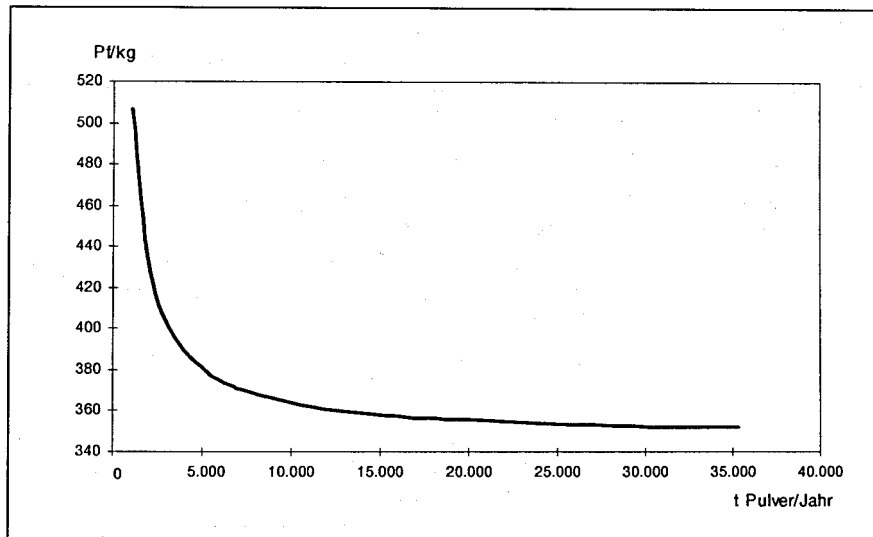


Abb. 8: Stückkostenkurve Magermilchpulver

8. Literatur

- (1) Behme, G., Wietbrauk, H.: „Bestimmung des Kostenverlaufs von Molkereiabteilungen in Abhängigkeit von der Kapazitätsgröße und -auslastung. II. Abteilung Sprühtrocknung“. *Milchwissenschaft* **30** (3) 144-150 (1975).
- (2) Wietbrauk, H., Krell, E., Hargens, R., Longuet, D.: „Methodische Weiterentwicklung der Modellabteilungsrechnung für milchwirtschaftliche Betriebe“. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte* **42** 371-428 (1990).
- (3) Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Ref. 513: Auswertung Meldeverordnung Milch. Frankfurt/M. (1998).
- (4) Firmen GEA Wiegand, Niro A/S: Auswertung diverser Prospekt- und Datenmaterialien.
- (5) BML: Die Unternehmens- und Betriebsstruktur der Molkereiwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn (1996).
- (6) Neitzke, A., Krell, E., Biniasch, A., Longuet, D., Wietbrauk, H.: „Kosten der Modellabteilung Allgemeine Milchbehandlung“. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte* **42** 429-533 (1990).
- (7) Krell, E., Wietbrauk, H.: „Die Kosten der Modellabteilung Schnittkäse am Beispiel der Herstellung von Gouda-Käse“. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte* **45** 145-187 (1), 245-271 (2) (1993).
- (8) Widera, H., Schmidt, E., Krell, E., Hargens, R., Neumann, M., Wietbrauk, H.: „Die Kosten der Modellabteilung Weichkäse“. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte* **47** 45-73 (1), 113-156 (2), 239-286 (3) (1995).

9. Zusammenfassung

Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R., Krell, E.: **Die Kosten der Modellabteilung „Milchtrocknung“ am Beispiel der Herstellung von Sprühmagermilchpulver.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **50** (4) 319-342 (1998).

29 Kostenrechnung (Milchtrocknung, Sprühmagermilchpulver)

Mit der Analyse des Kostenverlaufes in der Abteilung „Milchtrocknung“ wird die Aktualisierung der Modellabteilungsrechnung fortgeführt.

In fünf Unterabteilungen - Vorstapelung, Eindampfung, Trocknung, Absackung und Lager - wird verursachungsgerecht untersucht, welche Kosten bei der Herstellung von Sprühmagermilchpulver, abgefüllt in 25-kg-Säcken, auf Abteilungsebene entstehen.

Die Bestimmung der Abteilungs- und Stückkosten erfolgt in drei Modellgrößen, deren Kapazitäten entsprechend der Leistung des Verdampfers für Verarbeitungsmengen zwischen 10.800 und 55.000 kg Magermilch/Stunde ausgelegt sind. In Abhängigkeit vom Beschäftigungsgrad, der für Werte zwischen 15 und 100 % simuliert wird, lassen sich Kosten für Produktionsmengen zwischen 1.000 und 35.300 t Magermilchpulver/Jahr ermitteln.

Die in Ansatz gebrachten Investitionen betragen im Modell 1 8,1 Mio. DM, die sich im Modell 3 auf 20,3 Mio. DM erhöhen. Bezogen auf die jeweilige Outputmenge ergeben sich aus den Investitionssummen spezifische Investitionen, die mit zunehmender Modellgröße von 1.177 DM auf 576 DM/t Magermilchpulver abfallen.

Bei einer Beschäftigung von 100 % mit 340 Produktionstagen im Jahr errechnen sich in den Modellkalkulationen modellspezifische Gesamtkosten in Höhe von 371,28 Pf im Modell 1, 358,74 Pf im Modell 2 und 351,06 Pf im Modell 3 je kg Magermilchpulver.

Kostenanalysen bei einem Beschäftigungsgrad von 80 % mit 280 Produktionstagen im Jahr zeigen, daß die modellspezifischen Gesamtkosten zu 86 % (Modell 1) bis 92 % (Modell 3) von den Rohstoffkosten bestimmt werden. 3 - 6 % entfallen auf die Anlagekosten, 1 - 3 % auf die Personalkosten, und mit 4 % sind die Kosten für Energie und Betriebsstoffe an den modellspezifischen Gesamtkosten beteiligt. Die Verpackungskosten werden in allen Modellen mit einem Anteil von 1 % an den Gesamtkosten ausgewiesen.

Unter dem Einfluß von Kapazitätsauslastung und Kapazitätsgröße lassen sich auffallende Kostendegressionseffekte erzielen, die durch Simulationsrechnungen für verschiedene Variationen von Beschäftigungen, Produktionstagen und -zeiten belegt werden.

Die Kostenanalyse zeigt deutlich, daß mit zunehmender Modellgröße und steigender Produktionsmenge erhebliche Stückkostendegressionen zu erzielen sind, wobei der Einfluß des Beschäftigungsgrades auf die Kostendegression merklich höher ist als derjenige der Modellgröße.

Summary

Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R., Krell, E.: **The Costs of the Model Department "Milk Drying" at the Example of the Manufacture of Spray Skimmed Milk Powder.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **50** (4) 319-342 (1998).

29 Costing (Milk drying, Spray skimmed milk powder)

By analyzing the pattern of cost behaviour within the model department "Milk Drying", the calculation of the model department could be updated.

In five sub-departments - pre-stacking, evaporation, drying, sack-filling and storing - it is investigated which costs arise at the different departments at manufacturing spray skimmed milk powder, filled in sacks of 25 kg.

The cost determination per department and unit occurs in three model sizes. The respective capacities depend on the performance of the evaporator for processed quantities (10,800 to 55,000 kg skimmed milk/hour). As a function of the employment rate, which is simulated for values between 15 and 100 %, the costs for production quantities can be determined for 1,000 to 35,000 t skimmed milk powder/year.

The estimated investments amount in model 1 to 8.1 mio. DM, in model 3 to 20.3 mio. DM. In correlation with the respective output the investment amounts lead to specific investments that decrease from 1,177 DM to 576 DM/t skimmed milk powder in function of the increasing model size.

At an employment rate of 100 % with 340 production days per year, model-specific total costs of 371.28 Pf for model 1, 358.74 Pf for model 2 and 351.06 Pf for model 3 per kg skimmed milk powder have been calculated.

Cost analyses at an employment rate of 80 % with 280 production days per year show that the model-specific total costs are determined from 86 % (model 1) up to 92 % (model 3) by the raw material costs. 3 - 6 % go on plant costs, 1 - 3 % on personnel costs. The costs for factory supplies amount to 4 % of the model-specific total costs. For all models, the packaging costs amount to 1 % of the total costs.

In function of capacity utilization and capacity size, considerable cost digression effects can be achieved. They can be evidenced by simulation calculations for different employment rates, production days and times.

The cost analysis clearly demonstrates that considerable unit cost digressions are realizable with both increasing model size and production quantity. However, the employment rate has a greater impact on cost digression than the model size.

Résumé

Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R., Krell, E.: Widera, H., Schmidt, E., Hargens, R., Krell, E.: **Les coûts du département modèle "séchage du lait" dans une entreprise de production de poudre de lait écrémé spray.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 50 (4) 319-342 (1998).

29 Calcul des coûts (Séchage du lait, poudre de lait écrémé spray)

Avec une analyse de l'évolution des coûts dans le département "séchage du lait", le département modèle "calcul des coûts" peut être mis à jour.

Dans cinq sous-départements - pré-empilage, évaporation, séchage, remplissage des sacs et mise en stock - les coûts occasionnés dans les départements lors de la production de poudre de lait écrémé spray, remplie dans des sacs à 25 kg, sont analysés.

Les coûts par département et unité sont fixés pour trois tailles de modèle. Les capacités respectives dépendent de la performance de l'évaporateur pour les quantités traitées (10.800 à 55.000 kg de lait écrémé/heure). En fonction du taux d'emploi, simulé pour des valeurs entre 15 et 100 %, les coûts pour les quantités produites peuvent être fixés pour 1.000 à 35.000 t de poudre de lait écrémé/année.

Les investissements prévus s'élèvent à 8,1 mio. de DM pour le modèle 1, à 20,3 mio de DM pour le modèle 3. Dépendant du rendement respectif, les investissements engendrent des investissements spécifiques qui diminuent de 1.177 DM à 576 DM/t de poudre de lait écrémé en fonction de la taille (croissante) du modèle.

A un taux d'emploi de 100 % avec 340 jours de production/année, les coûts globaux spécifiques du modèle s'élèvent à 371,28 Pf pour le modèle 1, à 358,74 Pf pour le modèle 2 et à 351,06 Pf pour le modèle 3 par kg de poudre de lait écrémé.

Avec un taux d'emploi de 80 % avec 280 jours de production par année, des analyses de coûts ont démontré que les coûts spécifiques du modèle sont déterminés à 86 % pour le modèle 1 et à 92 % pour le modèle 3 par les coûts pour les matières premières. 3 - 6 % des coûts globaux sont à attribuer aux frais d'équipement, 1 - 3 % aux frais de personnel. Les coûts d'énergie et d'exploitation s'élèvent à 4 % des coûts globaux spécifiques du modèle. Les frais d'emballage s'élèvent pour tous les modèles à 1 % des coûts globaux.

En fonction du degré d'utilisation de la capacité et de son envergure, des économies de coûts considérables peuvent être réalisées. Il est possible de prouver ces économies par des calculs de simulation. Taux d'emploi, jours et périodes de production varient dans ces calculs de simulation.

L'analyse des coûts démontre clairement qu'avec des tailles de modèles et des quantités de production croissantes, une dégression considérable des coûts est réalisable. Cependant, le taux d'emploi exerce une plus grande influence sur la dégression des coûts que la taille du modèle.